

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **11007971 A**

(43) Date of publication of application: **12.01.99**

(51) Int. Cl

H01M 8/04
H01M 8/24

(21) Application number: **09161111**

(22) Date of filing: **18.06.97**

(71) Applicant: **MITSUBISHI ELECTRIC
CORP KANSAI ELECTRIC POWER
CO INC:THE**

(72) Inventor: **HORIUCHI HIROSHI
MOROTOMI ISAMU**

(54) **MIDDLE/LARGE-CAPACITY FUEL-CELL POWER
GENERATOR**

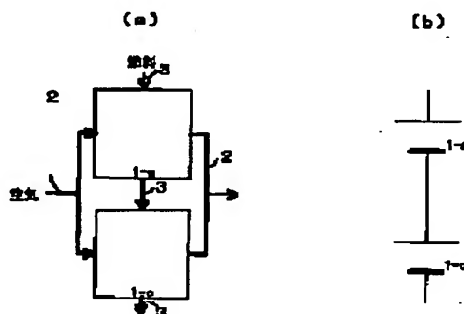
pipng 2.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To optimize the combination of gas piping and that of electrical connection in designing an integrated fuel-cell stack plant as a distributed power source, and suppress the pressure loss in the gas piping.

SOLUTION: Fuel piping 3 and air piping 2 for a stack group constituted of a plurality of fuel cell stacks 1-a and 1-c are laid in combination of series and parallel connections to feed fuel gas and air gas to the stacks. The electrical connection of the stack group is established also in combination with series and parallel connections corresponding to the connections of the fuel piping 3 and air piping 2. The cross-sectional area of fuel gas passages defined in the cells is made larger in an upstream stack (group) than in a downstream stack (group), both connected in series by means of the fuel piping 3, or the cross-sectional area of air gas passages defined in the cells is made larger in the downstream stack (group) than in the upstream stack (group), both connected in series by means of the air



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-7971

(43) 公開日 平成11年(1999) 1月12日

(51) IntCl.⁶

H 0 1 M 8/04

識別記号

F I

H 0 1 M 8/04

J

N

R

8/24

8/24

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平9-161111

(22) 出願日 平成9年(1997) 6月18日

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(71) 出願人 000156938

関西電力株式会社

大阪府大阪市北区中之島3丁目3番22号

(72) 発明者 堀内 弘志

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(72) 発明者 諸富 勇

大阪府大阪市北区中之島3丁目3番22号

関西電力株式会社内

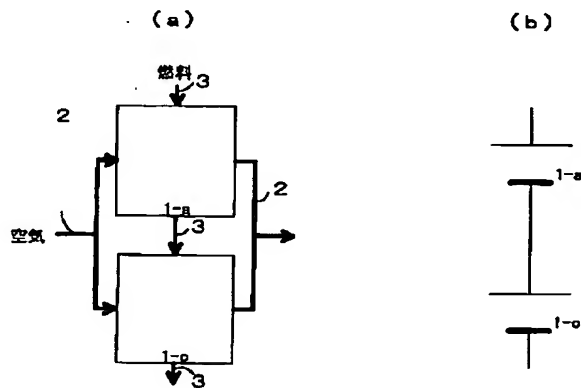
(74) 代理人 弁理士 曾我 道照 (外6名)

(54) 【発明の名称】 中、大容量燃料電池発電装置

(57) 【要約】

【課題】 分散配置用電源としての集合型燃料電池スタックプラントを設計する上で、ガス配管の組合せと電気的接続の組合せを適正化すると共に、ガス配管内の圧損を減少させる。

【解決手段】 複数の燃料電池スタックよりなるスタック群の燃料配管及び空気配管の接続を、直列と並列とを組み合わせることで燃料ガス及び空気ガスを燃料電池スタックに供給し、しかもスタック群の電気的接続を燃料配管及び空気配管の接続方法に対応させて並列と直列の組み合わせより構成し、燃料配管を直列に接続したスタック間の上流スタック(群)の電池内燃料ガス流路断面積を、下流スタック(群)の電池内燃料ガス流路断面積よりも大きくするか、あるいは空気配管を直列に接続したスタック間の下流スタック(群)の電池内空気ガス流路断面積を、上流スタック(群)の電池内空気ガス流路断面積よりも大きくした。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数台の燃料電池スタックを接続してなる燃料電池スタック群により構成される燃料電池発電装置において、

前記スタック群の燃料配管及び空気配管の接続を、直列と並列とを組み合わせることで連結して燃料ガス及び空気を前記燃料電池スタックに供給し、しかも前記スタック群の電気的接続を前記燃料配管及び空気配管の接続方法に対応させて並列と直列の組み合わせにより構成し、前記燃料配管を直列に接続したスタック間の上流スタックまたは上流スタック群の電池内燃料ガス流路断面積を、下流スタックまたは下流スタック群の電池内燃料ガス流路断面積よりも大きくしたことを特徴とする中、大容量燃料電池発電装置。

【請求項2】 複数台の燃料電池スタックを接続してなる燃料電池スタック群により構成される燃料電池発電装置において、

前記スタック群の燃料配管及び空気配管の接続を、直列と並列とを組み合わせることで連結して燃料ガス及び空気を前記燃料電池スタックに供給し、しかも前記スタック群の電気的接続を前記燃料配管及び空気配管の接続方法に対応させて並列と直列の組み合わせにより構成し、前記空気配管を直列に接続したスタック間の下流スタックまたは下流スタック群の電池内空気ガス流路断面積を、上流スタックまたは上流スタック群の電池内燃料ガス流路断面積よりも大きくしたことを特徴とする中、大容量燃料電池発電装置。

【請求項3】 複数台の燃料電池スタックを接続してなる燃料電池スタック群により構成される燃料電池発電装置において、

前記スタック群の燃料配管及び空気配管の接続を、直列と並列とを組み合わせることで連結して燃料ガス及び空気を前記燃料電池スタックに供給し、しかも前記スタック群の電気的接続を前記燃料配管及び空気配管の接続方法に対応させて並列と直列の組み合わせにより構成し、前記燃料配管を直列に接続したスタック間の上流スタックまたは上流スタック群の電池内燃料ガス流路断面積を、下流スタックまたは下流スタック群の電池内燃料ガス流路断面積よりも大きくすると共に、前記空気配管を直列に接続したスタック間の下流スタックまたは下流スタック群の電池内空気ガス流路断面積を、上流スタックまたは上流スタック群の電池内空気ガス流路断面積よりも大きくしたことを特徴とする中、大容量燃料電池発電装置。

【請求項4】 請求項1乃至3のいずれかに記載の中、大容量燃料電池発電装置において、前記燃料電池スタック群が、最小単位として、2台の燃料電池スタックより構成され、それらの燃料電池スタックの空気配管を直列に接続すると共に燃料配管を並列に接続し、しかもそれらの燃料電池スタックを電気的には並列に接続したことを特徴とする中、大容量燃料電池発電装置。

【請求項5】 請求項1乃至3のいずれかに記載の中、大容量燃料電池発電装置において、前記燃料電池スタック群が、最小単位として、2台の燃料電池スタックより構成され、それらの燃料電池スタックの燃料配管を直列に接続する共に空気配管を並列に接続し、しかもそれらの燃料電池スタックを電気的には直列に接続したことを特徴とする中、大容量燃料電池発電装置。

【請求項6】 請求項1乃至3のいずれかに記載の中、大容量燃料電池発電装置において、前記燃料電池スタック群が、最小単位として、4台の燃料電池スタックより構成され、各燃料電池スタックの燃料配管と空気配管を格子状に接続し、しかも前記空気配管を直列に接続した燃料電池スタックは電気的に並列に接続し、前記燃料配管を直列に接続した燃料電池スタックは電気的に直列に接続したことを特徴とする中、大容量燃料電池発電装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明が属する技術分野】本発明は、発電容量が中、大容量規模の燃料電池発電装置に関する。

【0002】

【従来の技術】1MW級以上の分散配置燃料電池では、1スタックの発電容量が500kW～800kW程度であるために、一つの燃料電池発電装置に複数台の燃料電池スタックを設置することになる。

【0003】一般的に、分散配置電源は都市近郊に設置されることから、その設置面積を最小限にする必要がある。設置面積低減を目的としたコンパクト化を行うためには、複数台の燃料電池スタック間で配管連結を行い、配管引き回しに必要な空間面積をできるだけ減らすことが不可欠となる。

【0004】一方、中、大容量燃料電池発電装置向けの燃料電池スタックは、1スタックで可及的に大きな容量の発電能力を持つことが望ましい。そのために、1m²級の大面積の電極面積を有する電池を採用しており、1スタック当たりの発電電流容量は2,000A以上にもなる。

【0005】特開昭59-149662号公報に記載された従来例では、図7に示すように、複数台の燃料電池スタックの燃料供給配管を全て直列に連結し、空気配管は個々のスタックに全て並列に接続した上で、電気的に並列に接続している。この場合には、以下の問題がある。

【0006】(1) 電気的に並列に接続されるスタック数が多く、総電流容量が過大になる。1スタック当たりで2,000A以上の電流容量であり、全てのスタックを並列にするため総電流容量はスタック台数分の積になり、数MW級の発電装置では、10KA以上の過大な電流容量になる。そのため、配線抵抗ロスによる発電効率低下やインバータ装置コストの増大が問題であった。

【0007】(2) 電池内流路圧損が過大になる。特に、常圧動作の燃料電池発電装置で問題になる。1m²級の電池では、燃料ガスの電池内流路圧損は200mmAq程度であり、燃料ガスを全て直列にした場合の全流路圧損は、個々のスタック内流路圧損のスタック台数分の積になり、数MW級の発電装置では、1、000mmAqを越える圧力損失を生じる。その圧力損失分だけ、最も上流に位置するスタックの燃料入口圧力が増大することになり、電池マニホールドヘッダからのガスのリーク量増大が問題であった。

【0008】また、特開昭59-149663号公報に記載された従来例では、図8に示すように、空気配管と燃料配管とを直列に連結し、しかもそれらを電氣的に直列接続している。この場合には、次の問題がある。

【0009】(3) 空気配管を直列接続すると共に電気配線も直列接続するので、下流スタックの特性が低下する。スタック間で空気配管を直列に接続した場合、下流スタックほど低濃度の酸素が供給されるため、セル特性が低下する。それにも拘わらず、電氣的に直列接続させてしまうと、濃度の異なる酸素が供給されているスタック間で同じ電流が流れることになり、下流側において、特性の低いスタックで特性低下を引き起こし、セルを損傷させるという問題がある。

【0010】(4) 電池内流路圧損が過大になる。空気配管を直列接続すると、燃料ガスより粘度の低い空気では、燃料の場合よりも更に電池内圧力損失増大が顕著になり、数MW級の発電装置では、事実上採用することができないほどの圧力上昇を引き起こす。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】以上のように、従来例では、複数台のスタックを連結する方法として、単純な直列、並列接続の方法を採っており、そのために総電流容量の増大や圧損増大、特性低下などの問題点があることが判っている。

【0012】この発明は上述したような問題点を解決するためになされたものであり、複数台のスタックを過大な圧損増大や電流容量の増大を引き起こすことなしに連結することが可能であるとともに、セル特性の低下を防止するために、スタック間の電氣的接続を適正化することにより、発電効率の低下や信頼性の低下を惹起することなく全体構成をコンパクト化することができ、さらにガス配管内の圧損を低減し得る中、大容量燃料電池発電装置を提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】この発明の請求項1に係る中、大容量燃料電池発電装置は、燃料電池スタック群の燃料配管及び空気配管の接続を、直列と並列とを組み合わせることで連結して燃料ガス及び空気を前記燃料電池スタックに供給し、しかも前記スタック群の電氣的接続を前記燃料配管及び空気配管の接続方法に対応させて並列と

直列の組み合わせにより構成し、前記燃料配管を直列に接続したスタック間の上流スタックまたは上流スタック群の電池内燃料ガス流路断面積を、下流スタックまたは下流スタック群の電池内燃料ガス流路断面積よりも大きくしたものである。

【0014】この発明の請求項2に係る中、大容量燃料電池発電装置は、燃料電池スタック群の燃料配管及び空気配管の接続を、直列と並列とを組み合わせることで連結して燃料ガス及び空気を前記燃料電池スタックに供給し、しかも前記スタック群の電氣的接続を前記燃料配管及び空気配管の接続方法に対応させて並列と直列の組み合わせにより構成し、前記空気配管を直列に接続したスタック間の下流スタックまたは下流スタック群の電池内空気ガス流路断面積を、上流スタックまたは上流スタック群の電池内燃料ガス流路断面積よりも大きくしたものである。

【0015】この発明の請求項3に係る中、大容量燃料電池発電装置は、燃料電池スタック群の燃料配管及び空気配管の接続を、直列と並列とを組み合わせることで連結して燃料ガス及び空気を前記燃料電池スタックに供給し、しかも前記スタック群の電氣的接続を前記燃料配管及び空気配管の接続方法に対応させて並列と直列の組み合わせにより構成し、前記燃料配管を直列に接続したスタック間の上流スタックまたは上流スタック群の電池内燃料ガス流路断面積を、下流スタックまたは下流スタック群の電池内燃料ガス流路断面積よりも大きくすると共に、前記空気配管を直列に接続したスタック間の下流スタックまたは下流スタック群の電池内空気ガス流路断面積を、上流スタックまたは上流スタック群の電池内空気ガス流路断面積よりも大きくしたものである。

【0016】この発明の請求項4に係る中、大容量燃料電池発電装置は、前記燃料電池スタック群が、最小単位として、2台の燃料電池スタックより構成され、それらの燃料電池スタックの空気配管を直列に接続すると共に燃料配管を並列に接続し、しかもそれらの燃料電池スタックを電氣的には並列に接続したものである。

【0017】この発明の請求項5に係る中、大容量燃料電池発電装置は、前記燃料電池スタック群が、最小単位として、2台の燃料電池スタックより構成され、それらの燃料電池スタックの燃料配管を直列に接続すると共に空気配管を並列に接続し、しかもそれらの燃料電池スタックを電氣的には直列に接続したものである。

【0018】この発明の請求項6に係る中、大容量燃料電池発電装置は、前記燃料電池スタック群が、最小単位として、4台の燃料電池スタックより構成され、各燃料電池スタックの燃料配管と空気配管を格子状に接続し、しかも前記空気配管を直列に接続した燃料電池スタックは電氣的に並列に接続し、前記燃料配管を直列に接続した燃料電池スタックは電氣的に直列に接続したものである。

【0019】

【発明の実施の形態】以下、添付図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。

実施の形態1. 先ず、図1は本発明の実施の形態1による中、大容量燃料電池発電装置を示す概略構成図である。図1において、中、大容量燃料電池発電装置は2つの燃料電池スタック1-a、1-bを備え、これらの燃料電池スタック1-a、1-bは、空気配管2を並列に連結し、燃料配管3を直列に接続した上で、電気的に直列に接続されており、燃料側の配管の引き回し空間を低減することができる。図1の(a)は空気配管2及び燃料配管3の接続方法を表したものであり、図1の(b)は各々のスタック1-a、1-bの電気的な接続方法を表したものである。

【0020】次にその動作原理について説明する。燃料電池の寿命安定性のためには、燃料ガスの水素の安定供給が不可欠である。もし、セル内で水素の不足する領域が発生した場合は、直ちに電極の腐食を生じて著しい特性低下を引き起こしてしまう。そのために、従来から単一のスタック内で、セル面内の燃料流路を2〜3分割して燃料をリターンさせて流す「リターンフロー」と呼ばれる方式や、スタックの上下を分割して上流スタックに一度燃料を流した後でその排ガスを下流スタックに供給する「シリアルフロー」と呼ばれる方式などが採用されてきた。これらはいずれも単位面積当たりの燃料実効利用率を低減させることにより、セル面内の水素欠乏領域の発生を防止するために考案されてきたものである。このような方式は単一のスタックに必要なものであるが、複数スタックで構成される燃料電池発電装置で各々のスタックにこうした方式を採用することは無駄である。

【0021】こうしたことから、燃料配管3を直列に連結することでコンパクト化を図れる上に、上述のような燃料実効利用率の低減効果をもたらして、電池寿命の向上を図ることができる。次にその効果について説明する。

【0022】図2に2つのスタックの空気配管2を並列に接続し、電気的に直列に接続した状態で、燃料配管3を並列に接続した場合と直列に接続した場合の実効の燃料利用率の状態を示す。全体の燃料利用率を80%に設定した場合、並列接続の際は各々のスタックで同じ80%利用率になっている。これに対し、燃料配管3を直列に接続した場合は、上流側は実効利用率で40%に、下流側でも実効利用率で67%にまで低減できることが判る。

【0023】この場合、電気的に直列に接続しても、実効利用率が十分に低減されて水素欠乏の心配がない。しかも、電極活性が酸素濃度に依存しても水素濃度には殆ど依存しないことが判っているため、燃料配管直列連結の場合の上流側と下流側とで電極活性が顕著に変わることはない。そのため、電気的に並列に連結しても両スタ

ックで殆ど同じ電流が流れるので、電気的に並列に接続する意義がない。むしろ、電気的に並列化することにより総電流上昇による配線ロスやインバータ容量増大などの弊害が無視できないため、燃料配管3を直列に連結したスタック間では電気的に直列に接続した方が有利である。

【0024】このように、燃料配管3を直列に連結したことで、コンパクト化が図れる上に、燃料実効利用率が低減できて電池寿命の向上を図ることができ、しかも電気的に直列に接続することにより、配線ロスやインバータ容量増大などの弊害を抑制することができる。

【0025】ところで、燃料ガスをスタック間で直列に流した場合、並列に流したときよりも電池内流路を流れるガス量が2倍になることによる流路圧損は、並列に流したときよりも、各々のスタックで2倍弱の圧力損失になる。しかも直列に流すために、上流側に位置するスタックのガス入口部では、並列に流しているときの圧力よりも4倍も高い圧力になってしまう。この様子を図3に示す。並列に流した場合には、出口圧力が160mmAqで、流路圧損は各々のスタックで90mmAqであったため、燃料入口では燃料ガスの圧力は250mmAqにしかならない。これが、燃料配管3を直列に接続した場合には、下流側流路圧損が180mmAqになるために、下流側入口で燃料ガス圧力が350mmAqにまで上昇する。しかも上流側では、さらに高い流路圧損となる250mmAqの圧損が生じてしまっていた。そのため、上流スタックの燃料入口では600mmAqにまで圧力上昇してしまうことになった。燃料側において、上流スタックでの圧損が下流スタックの圧損よりも大きくなる理由は、図2に示すような水素の消費があるからである。上流スタックでは、正味2スタック分の燃料ガスが供給されるが、下流スタックでは、上流スタックでの水素の消費があるために、ガス量が水素の消費分だけ減少する。このために、流れるガス量が上流側の方が多くなり、流路圧損は上流側の方が大きくなる。

【0026】圧力上昇は、上述したように、マニホールドヘッドからのガス漏れ量増大の原因となり、またマニホールドヘッドの強度を高くするためのコスト増を招くため、できるだけ低い圧力での運転が望ましい。

【0027】こうした現象を考慮して、本実施の形態1では、燃料配管3の上流側の流路断面積を下流側の2倍の面積に拡大させた。その結果、図5に示すような圧力低減が得られた。すなわち、上流側の燃料配管3の流路断面積を2倍にすることにより、上流側の圧力損失を1/4に減少させることができた。流路断面積は、電池電極内での電気的な接触面積やガス拡散に関わる要因に影響を及ぼすため、むやみには大きくはできないが、より効率的に圧損低減を行うためには、燃料側においては、上流側の流路断面積を拡大するのが効果的である。

【0028】実施の形態2. 図3は本発明の実施の形態

2による中、大容量燃料電池発電装置を示す概略構成図である。図3において、中、大容量燃料電池発電装置は2つの燃料電池スタック1-a、1-bを備え、これらの燃料電池スタック1-a、1-bは、空気配管2を直列に連結し、燃料配管3を並列に接続した上で、電氣的に並列に接続されており、空気側の配管の引き回し空間を低減することができる。図3の(a)は空気配管及び燃料配管の接続方法を表したものであり、図3の(b)は各々のスタックの電氣的な接続方法を表したものである。

【0029】次にその動作原理について説明する。まず、「電気化学誌第64巻6号」に記載されているように、燃料電池の面内の反応分布に関する発明者らの研究により、セル面内において電流密度分布が存在していることが明らかにされている。その様子を図9に示す。図9は燃料電池セル面内を、短冊状に空気入口から空気出口まで十分割し、その短冊領域内の各々の電流密度分布を計算したものである。すなわち、セル全体の平均電流密度で $300\text{mA}/\text{cm}^2$ で動作している燃料電池セルにおいては、空気入口領域では、平均値の1.5倍の $450\text{mA}/\text{cm}^2$ まで電流密度が増大しており、空気出口領域では、平均値の2/3倍の $200\text{mA}/\text{cm}^2$ に減少していることが示されている。この図9は燃料利用率80%、空気利用率60%で動作させた場合の電流密度分布である。空気利用率が更に高くなった場合には、酸素濃度の勾配が増大するため、さらに電流密度分布が大きく(空気入口と出口の電流密度の差が拡大)なる特徴がある。

【0030】こうした電流密度分布が生じる原因は、燃料電池電極の活性が酸素濃度に大きく依存することにある。空気入口から供給された空気は、セル内部の反応により酸素が消費されていき、酸素濃度が低下している。酸素濃度の低下は空気入口から空気出口に向かう勾配を作り、空気入口ほど酸素濃度が高く、空気出口ほど酸素濃度が小さくなっている。電極活性が酸素濃度に依存するため、空気入口は電極活性が高く、空気出口は電極活性が低くなる。セル面内では、電氣的に並列接続された無数のメッシュセルの接続回路として見ることができ、並列回路のため、セル面内を構成する全てのメッシュセルの電位は等電位に保持される。活性が異なる電池を並列に接続した場合、活性の高い電池に流れる電流が大きく、活性の低い電池に流れる電流が小さくなって平衡化する。そのために、図9に示すような電流密度分布が発生すると説明できる。

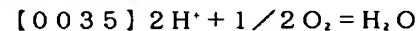
【0031】こうした現象は、単一スタック内でのセル面内においてばかりでなく、複数のスタックに空気配管2を直列に接続した場合にも起こる。図3に示すように、2台のスタックの空気配管を直列に連結させて空気を直列に流した場合、上流側のスタックでは酸素濃度が

し、従来例に示されているように、この状態で各々のスタックを電氣的にも直列に接続した場合、直列接続のため同じ電流が両スタックに流れることになる。上述したように、電極活性が酸素濃度に依存する性質を持っているため、電極活性の低い下流スタックと電極活性の高い上流スタックとに、同じ電流が流されてしまうことになる。そのために下流側のスタックが過負荷状態となり、下流側のスタックで過剰に特性低下が起きてしまう。このように、電極活性が酸素濃度に依存するという基本的な性質を無視した場合、発電効率にも寿命特性にも悪影響を及ぼすことになる。

【0032】そのため、酸素濃度の低い下流側では電流が小さく、酸素濃度が高い上流側では電流が大きくなるようにして、適正な電流密度分布がなされるようにする必要がある。こうしたことから、本実施の形態2のように、各々のスタックを電氣的に並列に接続して、酸素濃度に見合った電流負担がなされるように電氣的に接続して、下流側の過負荷を防止する。

【0033】次に、その効果について説明する。図4に小型セルによる比較評価試験の結果の一例を示す。図4では、2台の小型セルを用いて空気配管2を直列に連結し、燃料配管3は並列に接続したものであり、従来例のように電氣的に直列に接続した場合と、本実施の形態1のように電氣的に並列に接続した場合との、2台のセルの電圧の経時変化を示すものである。図4から明らかなように、空気配管2を直列に連結した上で電氣的に直列に接続した場合には、下流側のセルは過負荷が掛かっているために電圧の低下が大きく寿命特性が低い。そのため、全体の平均電圧の低下が電氣的に直列に接続した場合は早くなる。本実施の形態2のように並列に接続した場合は、酸素濃度に見合った負荷しか掛からないため、過負荷にならず下流セルの特性低下を防ぐことができていることが確認された。

【0034】ところで、空気ガスをスタック間で直列に流した場合、空気側においては、下式に示すように電池反応によって発生した水蒸気が酸素の消費を上回って発生するために、下流になるほど流量が増えるという現象がある。下式に示すように1/2モルの酸素が消費されて1モルの水蒸気になることにより、酸素の消費量の2倍の水蒸気量の発生を伴うため、空気排ガス量が増大するわけである。



圧力上昇は、上述したように、マニホールドヘッダからのガス漏れ量増大の原因となり、またマニホールドヘッダの強度を高くするためのコスト増を招くため、できるだけ低い圧力で運転が望ましい。

【0036】従って、本実施の形態2のように、空気配管2を直列に接続した場合には、下流側の流路断面積を拡大する方が、ガス圧を減少させる上で効果的であることが判る。

【0037】実施の形態3. なお、上記実施の形態1では、燃料配管3を直列に連結し空気配管2を並列に接続した上で、電氣的に直列に接続する場合について、また上記実施の形態2では、空気配管2を直列に連結して燃料配管3は並列に接続した上で、電氣的に並列に接続する場合について、それぞれ述べたが、本発明の実施の形態3では、この2つの方式を組み合わせて、図6に示すように、空気配管2も燃料配管3も直列に連結するようにしたので、空気側の配管も燃料側の配管も両方ともその引き回し空間を低減することができ、さらにコンパクト化を図ることができる。

【0038】図6において、1-a、1-b、1-c、1-dは燃料電池スタックを表す。図6の(a)は空気配管2及び燃料配管3の接続方法を表したものであり、図6の(b)は各々のスタックの電氣的な接続方法を表したものである。

【0039】次にその動作について説明する。空気配管3を直列に接続するため、前記実施の形態2で述べたように連結した各々のスタックについては電氣的に並列に接続する。この連結スタックを2系列並べて燃料配管3を空気上流と空気下流に分けて並列に供給した上で、空気上流同士、空気下流同士のスタック群の燃料配管3を直列に連結し、電氣的にも直列に接続している。

【0040】このような接続をとることで、実施の形態1と実施の形態2に示す効果を持たせた上で、さらにコンパクト化を図ることができる。

【0041】

【発明の効果】以上から明らかなように、本発明によれば、次のような優れた効果が達成されるものである。

【0042】請求項1の発明によれば、燃料電池スタック群の燃料配管及び空気配管の接続を直列と並列との組み合わせにより行って、燃料ガス及び空気を燃料電池スタックに供給し、しかも各スタック群の電氣的接続を、燃料配管及び空気配管の接続方法に対応させて並列と直列の組み合わせにより構成することにより、過大な圧損増大や電流容量の増大を引き起こすことなしに連結することができるとともに、セル特性の低下を防止することができ、従って、スタック間の電氣的接続を適正化することにより、発電効率の低下や信頼性の低下なしに発電装置をコンパクト化することができる。さらに、燃料配管を直列に接続したスタック間の上流スタックまたは上流スタック群の電池内燃料ガス流路断面積を、下流スタックまたは下流スタック群の電池内燃料ガス流路断面積よりも大きくしたので、上流側の燃料ガスの圧力損失を効率的に減少させることができ、耐圧性の高い燃料配管を用いなくてもよいため、低コスト化を図ることができる。

【0043】請求項2の発明によれば、燃料電池スタック群の燃料配管及び空気配管の接続を直列と並列との組み合わせにより行って、燃料ガス及び空気を燃料電池ス

タックに供給し、しかも各スタック群の電氣的接続を、燃料配管及び空気配管の接続方法に対応させて並列と直列の組み合わせにより構成することにより、過大な圧損増大や電流容量の増大を引き起こすことなしに連結することができるとともに、セル特性の低下を防止することができ、従って、スタック間の電氣的接続を適正化することにより、発電効率の低下や信頼性の低下なしに発電装置をコンパクト化することができる。さらに、空気配管を直列に接続したスタック間の下流スタックまたは下流スタック群の電池内空気ガス流路断面積を、上流スタックまたは上流スタック群の電池内空気ガス流路断面積よりも大きくしたので、空気側において、電池反応によって発生した水蒸気が酸素の消費を上回って発生するために、下流になるほど流量が増えるという現象に効率的に対処することができ、耐圧性の高い空気配管を用いなくてもよいため、低コスト化を図ることができる。

【0044】請求項3の発明によれば、燃料電池スタック群の燃料配管及び空気配管の接続を直列と並列との組み合わせにより行って、燃料ガス及び空気を燃料電池スタックに供給し、しかも各スタック群の電氣的接続を、燃料配管及び空気配管の接続方法に対応させて並列と直列の組み合わせにより構成することにより、過大な圧損増大や電流容量の増大を引き起こすことなしに連結することができ、従って、スタック間の電氣的接続を適正化することにより、発電効率の低下や信頼性の低下なしに発電装置をコンパクト化することができる。さらに、燃料配管を直列に接続したスタック間の上流スタックまたは上流スタック群の電池内燃料ガス流路断面積を、下流スタックまたは下流スタック群の電池内燃料ガス流路断面積よりも大きくすると共に、空気配管を直列に接続したスタック間の下流スタックまたは下流スタック群の電池内空気ガス流路断面積を、上流スタックまたは上流スタック群の電池内空気ガス流路断面積よりも大きくしたので、上述したと同様の理由により、耐圧性の高い燃料配管や空気配管を用いなくてもよいため、一層の低コスト化を図ることができる。

【0045】請求項4の発明によれば、燃料電池スタック群が、最小単位として、2台の燃料電池スタックより構成され、それらの燃料電池スタックの空気配管を直列に接続すると共に燃料配管を並列に接続し、しかもそれらの燃料電池スタックを電氣的には並列に接続したので、下流側のセル（下流側燃料電池スタック）には、酸素濃度に見合った負荷しか掛からないため過負荷にならず、下流側のセルの特性低下を防ぐことができる。

【0046】請求項5の発明によれば、燃料電池スタック群が、最小単位として、2台の燃料電池スタックより構成され、それらの燃料電池スタックの燃料配管を直列に接続する共に空気配管を並列に接続し、しかもそれらの燃料電池スタックを電氣的には直列に接続したので、

装置全体のコンパクト化を図れる上に、燃料実効利用率を低減できて電池寿命の向上を図ることができ、しかも燃料電池スタックを電氣的に直列に接続することにより配線ロスやインバータ容量増大などの弊害を抑制することができる。

【0047】請求項6の発明によれば、燃料電池スタック群が、最小単位として、4台の燃料電池スタックより構成され、各燃料電池スタックの燃料配管と空気配管を格子状に接続し、しかも前記空気配管を直列に接続した燃料電池スタックは電氣的に並列に接続し、前記燃料配管を直列に接続した燃料電池スタックは電氣的に直列に接続したので、装置全体の更なるコンパクト化を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の形態1による中、大容量燃料電池発電装置の概略構成図である。

【図2】 本発明による燃料実効利用率低減効果を示すグラフである。

*

*【図3】 本発明の実施の形態2による中、大容量燃料電池発電装置の概略構成図である。

【図4】 実施の形態2の従来例と比較した効果を示すグラフである。

【図5】 実施の形態2による効果を示すグラフである。

【図6】 本発明の実施の形態3による中、大容量燃料電池発電装置の概略構成図である。

【図7】 従来の中、大容量燃料電池発電装置の概略構成図である。

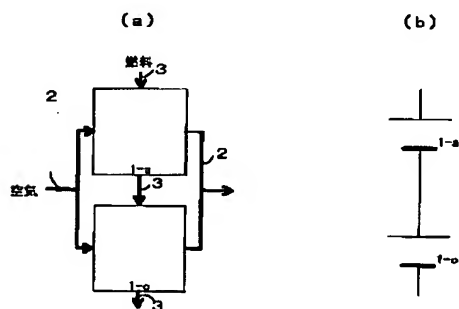
【図8】 従来の中、大容量燃料電池発電装置の概略構成図である。

【図9】 従来の中、大容量燃料電池発電装置の動作原理を示す図である。

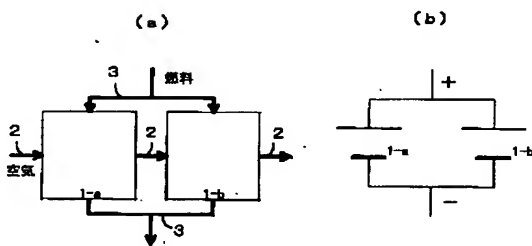
【符号の説明】

1-a、1-b、1-c、1-d 燃料電池スタック、
2 空気配管、3 燃料配管。

【図1】

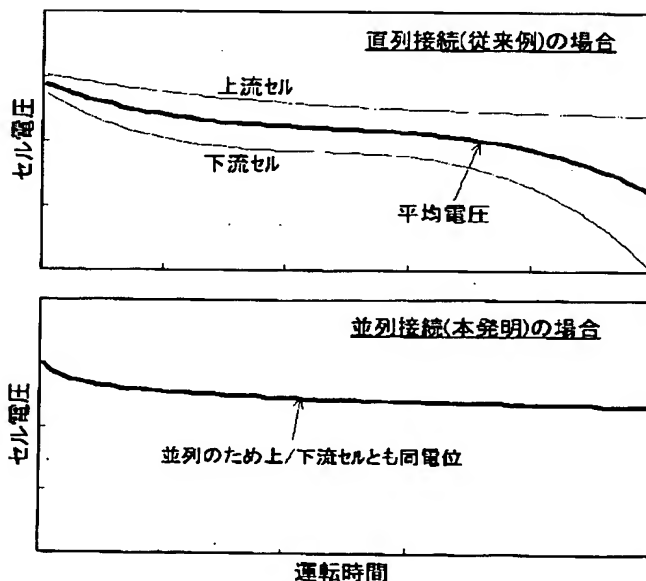
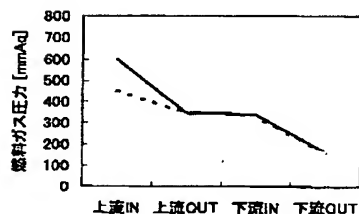


【図3】

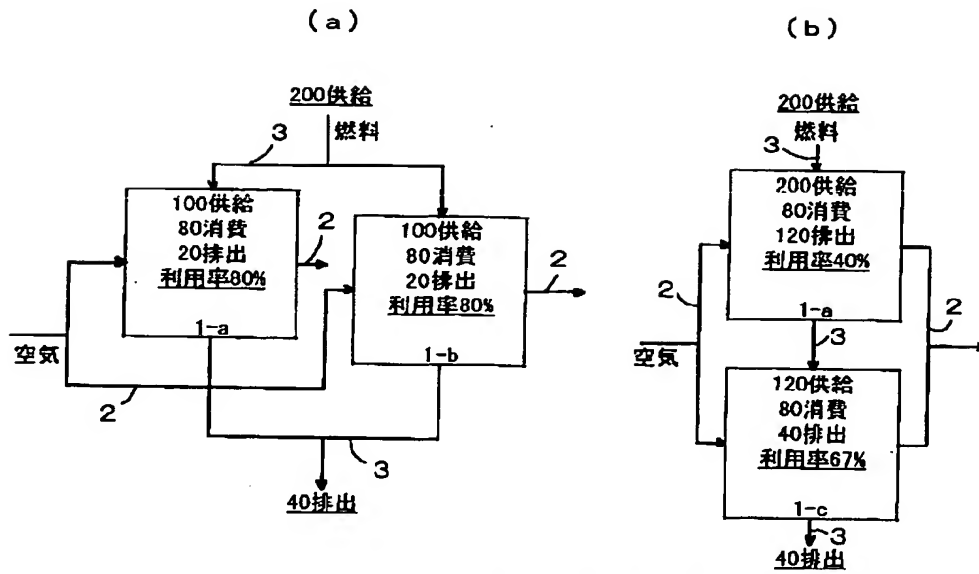


【図4】

【図5】

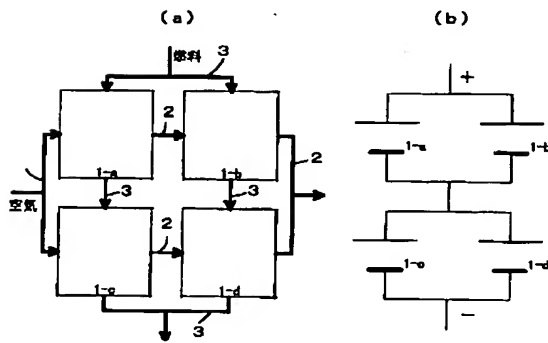


【図2】

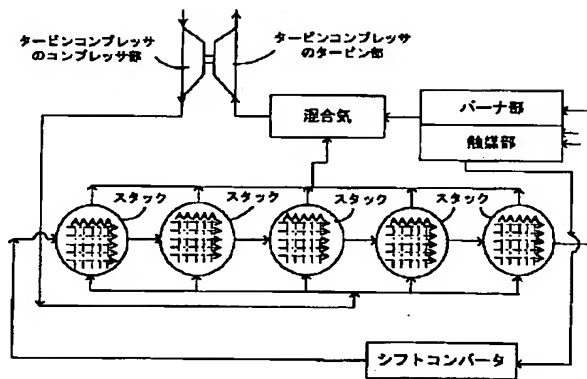


本発明による燃料実効利用率低減効果

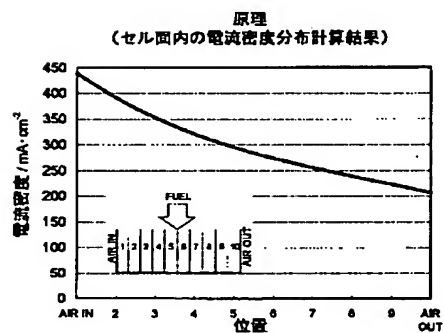
【図6】



【図7】



【図9】



【図8】

